

4세대 이동통신을 위한 FDD 방식을 고려한 점유 주파수 대역폭 산출

Calculation of FDD-based Occupied Frequency Bandwidth for 4G Mobile Communication

현영주*, 이영환**, 장동원**, 김경석*
충북대학교 전자공학과*, 한국전자통신연구원**

Young-Ju Hyun(bbang7101@naver.com)*, Young-Hwan Lee(yhwan@etri.re.kr)**,
Dong-Won Jang(dwjang@etri.re.kr)**, Kyung-Seok Kim(kseokkim@cbnu.ac.kr)*

요약

현재 이동통신 서비스는 TV 및 비디오를 서비스하는 3세대(3G) 이동통신이 이루어지고 있다. 그리고 향후 보다 낮은 비용과 빠른 전송속도를 갖는 4세대(4G) 이동통신이 도래할 것이다. 따라서 본 논문에서는 4세대 이동통신을 위한 기술기준 요소 중 송수신단의 공통 기술기준인 점유 주파수 대역폭을 FDD기반으로 설계하였다. 이동통신의 전송특성은 상/하향의 비대칭적인 통신 트래픽이 예상된다. 따라서 본 논문에서는 상/하향의 점유주파수 대역폭을 1:3과 1:6인 경우를 고려하여 물리계층 파라미터를 제안하였다. 또한 설계된 물리계층 파라미터를 모의실험을 통해 검증하였다. 본 논문의 결과를 4세대 이동통신을 위한 점유주파수 대역폭으로 제안한다.

■ 중심어 : | 과학기술 | 4G | Beyond IMT-2000 | 3G Evolution | 3G LTE | 802.16m

Abstract

Today, third-generation(3G) of mobile communication service executing the video and TV. And low cost, high speed data rate will emerge communication of the fourth generation(4G) in future. So, in this paper we studied occupied frequency bandwidth of common technique criteria among the technique criteria for the 4G mobile communication of FDD-based on Up/Down-link. The mobile communication traffic is predicted Up/Down-link of non-symmetric in future. So we proposed the PHY layer parameters of occupied frequency bandwidth of Up/Down-link with both 1:3 and 1:6. We also verified this through the simulation. We proposed the occupied frequency bandwidth for the 4G mobile communication in this paper.

■ keyword : | Science Technology | 4G | Beyond IMT-2000 | 3G Evolution | 3G LTE | 802.16m

I. 서론

최근 ITU-R은 IMT-2000 시스템이 2010년까지 진화를 계속하고 2020년경까지 서비스가 지속될 것으로 예측하고 있으며, 향후 IMT-2000 시스템이 진화하여 하

향 링크에서 최대 30Mbps의 전송 속도를 제공할 수 있을 것으로 전망하고 있다[1]. 이처럼 4세대 이동통신은 빠른 데이터 전송 속도를 제공하는 이동통신 서비스로 음성 및 데이터를 지원하기 위한 새로운 무선 전송 기술뿐만 아니라 기존의 유무선 통신망을 비롯한 방송망

등의 다양한 망과의 융합을 목표로 하고 있다. 4세대 이동통신은 시간과 장소 및 대상의 구속이 없이 언제 어디서나 누구와도 고속 멀티미디어 통신을 지원함으로써 미래 사회의 정보통신 기반을 구축할 것이다. 4세대 이동통신에서는 기존 이동통신에서 충분한 전송 대역폭을 지원할 수 없었던 화상전화, 스트리밍, 주문형 비디오 등 유선망에서만 가능하던 서비스를 무선·이동 환경에서도 보다 높은 대역폭으로 이용할 수 있다. 또한 문자 위주의 메시지를 더욱 높은 품질의 멀티미디어 메시지로 보내거나, 음성통화 품질을 더욱 고품질로 하여 사용할 수도 있다. 즉 음성, 오디오, 비디오, 데이터를 다양한 품질로 제공받을 수 있을 뿐 아니라 각각의 품질에 따라 더욱 다양한 응용 서비스를 활용할 수 있다. 또한 사용자의 위치에 기반하여 정보를 제공하거나 위급 시 긴급 호출한 사용자의 위치나 현장의 화상정보 등 이동성에 바탕을 둔 서비스를 제공한다. 이처럼 4세대에서 지원될 서비스는 사용자의 이동속도, 단말기의 성능, 사용자가 요구하는 서비스 품질 등에 따라 다양한 서비스 형태로 제공될 것이다[2].

본 논문에서는 많은 관심을 받는 4세대 이동통신의 기술 기준 중에서 점유주파수 대역폭을 산출하였다. 논문의 구성은 II장에서는 현재 많은 국가 및 기관에서 향후 4세대 통신기술에 대한 연구 및 표준화 동향에 대해 조사하였다. III장에서는 FDD의 duplexing 방식 기반의 OFDM 시스템을 설계하였다. IV장에서는 앞장에서 설계된 시스템의 모의 실험을 하였으며, 마지막장의 결론으로 구성하였다.

II. 4세대 이동통신 시스템의 동향

4세대 이동통신 개발을 위해 ITU를 비롯한 EU (European Union)의 WWRF(Wireless World Research Forum), 일본의 mITF(Mobile IT Forum), 중국의 FuTURE(Future Technologies for Universal Radio Environment) 프로젝트 등 세계 각국 및 기구에서 표준화 또는 기술개발을 추진하고 있다. ITU-R에서는 IMT-2000의 비전 및 기술요구 사항을 완성한 후,

WP8F(Working Party 8F)를 설립하여 'IMT-2000 고도화 시스템(IMT-2000 Enhancement)'과 'IMT-2000 이후의 시스템(Systems Beyond IMT-2000)'을 정의하고 비전 및 요구사항을 작성하고 있다. 비록 ITU-R WP8F에서 '4세대 이동통신'이라는 용어를 사용하지 않고 있으나, 이들 두 가지 모두를 포함해 4세대 이동통신 시스템으로 볼 수 있다. ITU-T에서는 IMT-2000의 네트워크 기술 요구 사항을 완성한 후, SSG(Special Study Group)를 설립해 'IMT2000 이후의 시스템'에서 필요한 네트워크 요구사항을 정의 중에 있다.

유럽은 EC산하의 IST(Information Society Technologies)기구의 WSI(Wireless Strategic Initiative) 프로젝트의 한 포럼인 WWRF를 통해 4세대 이동통신의 비전 창출 작업을 진행하고 있다.

일본은 ARIB(Association of Radio Industries and Businesses) 주도하에 2001년 6월 mITF가 결성되어 4세대 이동통신 연구를 진행하고 있으며, 중국은 1992년에 결성된 '863 Communications High Tech R&D Program'의 FuTURE 프로젝트에서 4세대 이동통신 개발을 주관하고 있다.

주요 기술 개발 동향을 보면, 유럽의 3GPP와 북미 중심의 3GPP2에서 각각 IMT-2000의 고도화에 힘쓰고 있고, IEEE에서는 802.16a, 802.16e, 802.16m 와 802.20에서 연구하고 있다. 3GPP에서는 WCDMA 및 HSDPA의 규격을, 3GPP2에서는 CDMA2000 1x 및 1x EV-DV 규격을 발전시켜 IMT-2000 고도화를 이루기 위한 작업을 진행하고 있다[3].

표 1. WiBro, 3G LTE와 IMT-Advanced(4G)

	WiBro I/II	3G LTE	IMT-Advanced(4G)
주파수 대역	2.3 ~ 3.4GHz 미정	2G / 3G 대역	3.4 ~ 4.2GHz, 4.4 ~ 5.0GHz, 470 ~ 806/882MHz 등
대역폭(MHz)	I: 10 II: 10, 20, 40	1.25/2.5/5 10/15/20	5/10/20 40/80 (100)
Duplexing 방식	TDD	FDD & TDD	FDD & TDD, Hybrid
변조방식/ 다중접속	OFDMA	DL: OFDMA, OFDM-CDMA UL: SC-FDMA, OFDMA	DL: OFDMA, MC-CDMA 등 UL: SC-FDMA, OFDMA 등
최대 전송률	I: ~ 50Mbps II: ~ 100Mbps	DL: 100Mbps/20MHz UL: 50Mbps/20MHz	100Mbps ~ 1Gbps
이동성	I: 120Kmph II: 미정	250Kmph	>350Kmph
셀 커버리지	Micro/pico	Macro/micro	Macro/micro/pico /hot spot/relay link (다중모드 동작)

[표 1]은 현재 각 기관에서 연구되고 있는 사항들이며, 주로 물리계층에서 예상하는 파라미터이다[4].

향후 시스템에서 고려하고 있는 대역폭을 확인해보면 최소 1.25MHz에서 최대 100MHz까지 예상하고 있다. Duplexing 방식은 TDD와 FDD를 모두 고려하는 방향으로 가고 있다. 본 논문에서는 FDD 기반으로 상향 및 하향의 트래픽을 비대칭적으로 고려하여 물리계층 파라미터를 설계하였다.

III. FDD 기반의 4세대 이동통신을 위한 점유 주파수 대역폭 설계

[그림 1]은 ITU-R WP8F 2차회의에서 ITU-R M.2023과 동일한 방식을 적용하고, 서비스 전송 속도가 빠른 2개의 서비스 종류를 추가하여 2015년도의 아시아 지역의 이동통신 트래픽을 예측한 자료이다. [그림 1]에 의하면 Down link와 Up link간의 트래픽 차이가 2010년 1:2.6에서 2015년 1:5.2로 확대될 것으로 전망하고 있다. 즉, 향후 4세대 및 그 이후의 이동통신 서비스는 비대칭적인 트래픽 특징을 가질 것으로 판단된다. 따라서 본 논문에서 FDD 기반의 점유주파수 대역폭을 산출할 때 비대칭적으로 1:3과 1:6의 비율을 고려하여 설계하였다.

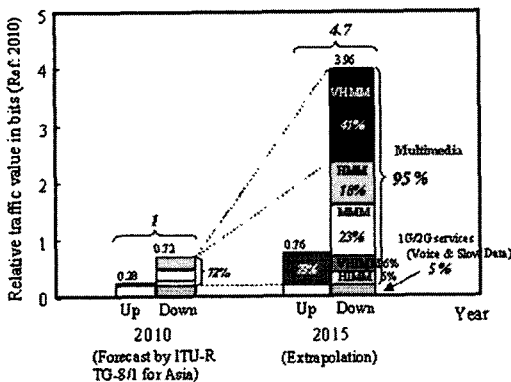


그림 1. 아시아 지역의 이동통신 트래픽 예측

이때 기준이 되는 1은 현재까지의 표준화 및 기술동향에 관한 자료를 분석하여 적정한 5MHz를 고려하여

설계하였다.

1. 점유주파수 대역폭 설계를 위한 주요파라미터

다중화 방식은 OFDM방식을 고려하였다. OFDM 방식은 주파수 효율이 높고, 간단한 단일탭 등화기로 고속 전송 시 급격히 증가하는 심볼간 간섭의 보상이 가능하며, FFT를 사용하여 고속으로 구현할 수 있기 때문에 고속 데이터 전송 무선통신에서 적용되고 있다 [5][6]. 또한 높은 전송속도를 요구하는 4세대 이동통신에서 고려하고 있는 다중화 방식중 하나이며, WiBro 시스템이 OFDM 방식을 적용하였다. 반송과 주파수는 4세대용 주파수 대역의 후보 중 3.4~4.2GHz대역을 고려하여, Up link인 경우 3.6GHz와 Down link인 경우 4.0GHz의 반송과 주파수를 고려하였다. 다음의 수식들은 참고문헌[5]를 참조하였다.

• 보호구간의 길이

채널지연 확산에 의한 인접 심볼간 간섭을 방지하기 위해 일반적으로 최대지연 확산보다 크게 설정한다. 시간 영역 윈도우를 사용할 경우, 유효 보호구간의 길이가 감소하므로 이를 고려한다.

$$T_G = \tau_{rms} \times K_M \quad (1)$$

τ_{rms} : ITU-R에서 제시한 모형 가운데 전형적으로 일어나거나 일어날 가능성이 있는 채널 모형 중 가장 큰 값 (4us)

K_M : 변조요소(modulation factor), 변조방식 및 지연확산을 고려하여 설정한다. 전형적으로 K_M 은 2에서 4의 값을 갖는다.

• 데이터 심볼의 길이

OFDM 심볼에서 보호구간의 길이를 제외한 부분의 길이이며, Coherence 대역폭 및 SNR 손실과 coherence 시간에 의해 범위가 결정된다.

부채널간 간격(df)이 정해졌을 경우는 다음과 같다.

$$T_{data,1} = 1/df \quad (2)$$

전력손실과 데이터 심볼의 길이간의 관계를 이용한

최소 데이터 심볼의 길이는 다음과 같다.

$$10\log_{10}\left(\frac{T_{data,2} + T_G}{T_{data,2}}\right) \leq L_{loss} (dB)$$

$$T_{data,2} \geq T_G(1/(10^{L_{loss}/10} - 1)) \quad (3)$$

이때 시스템이 허용할 수 있는 최소 데이터 심볼의 길이는 (2), (3)중 큰 값을 설정한다.

보호구간의 길이가 길어질수록 큰 SNR 손실이 발생하므로 SNR 손실을 최소화하기 위해서는 보호구간의 길이에 비례하여 심볼의 길이도 길어진다. 따라서 데이터 심볼의 길이가 보호구간의 길이의 4배 이상이 되면 일반적으로 SNR 손실이 1dB이하가 된다.

4세대 이동통신 시스템은 부채널 간의 간격(df)에 관한 특별한 조건이 설정되어 있지 않다. 따라서 본 논문에서는 설계 조건에서 허용 가능한 SNR 손실을 0.9dB 이하를 고려하여 설계하였다. 보호구간의 길이가 TG 일 때 최소 데이터 심볼의 길이는 다음과 같다.

$$T_{data,min} = T_{data,2} \geq 17.6us \times (1/(10^{0.9/10} - 1)) \quad (4)$$

데이터 심볼의 길이가 76.4324us 이상일 때 SNR 손실을 1dB 이하로 줄일 수 있음을 알 수 있다.

Coherence 시간을 이용하여 인접 채널 간 간섭을 발생시키지 않는 최대 데이터 심볼 길이는 다음과 같다.

$$T_{data,max} = T_C - T_G$$

$$= \frac{1}{2f_d} - T_G \quad (5)$$

ITU에서 3Km/h,60Km/h,250Km/h의 이동속도에서 고속의 데이터 통신을 요구, 이동속도에 따른 최대 도플러 확산과 coherence 시간은 다음과 같다.

$$fd,250=462.9630Hz$$

$$Tc,250=1.08ms \text{ 이다.}$$

그러나 350Km/h의 이동속도를 고려하기 위해 Coherence 시간과 최대 도플러 이동을 구하면 다음과 같다.

Tc : Coherence time

$$T_c = \sqrt{\frac{9}{16 \times \pi \times fm^2}} \quad (6)$$

fm : 최대 도플러 이동[Hz]

$$fm = \frac{v \times f_c}{c} \quad (7)$$

fc : carrier frequency[Hz], 4세대용 주파수의 후보대역 중 3.4~4.2GHz의 대역을 고려하여 3.8GHz를 선정하였다.

v : 이동 속도

따라서 350Km/h의 이동속도에서 최대 도플러 확산과 coherence 시간은 각각 다음과 같다.

$$fd,350=1231.2Hz$$

$$Tc,350=34.368ms \text{ 이다.}$$

4세대 시스템에서는 350Km/h의 이동속도를 예측하고 있으므로 최대 도플러 주파수는 1231.2Hz가 됨을 알 수 있다[7][8].

• 전체 부채널의 수

Coherence대역폭 및 FFT의 하드웨어 복잡도 고려하여 부채널의 수를 결정한다. Coherence대역폭 및 최소 부채널 수는 다음과 같다.

$$B_c \cong 1/2\pi\tau_{rms} = 1/6 \times 4us = 41.7kHz$$

$$N_{min} = \left\lceil \frac{BW}{B_c} \right\rceil \quad (8)$$

Bc : coherence대역폭

Nmin : 최소 부채널 수

괄호는 괄호 안의 수 보다 큰 정수

최소데이터 심볼 길이와 최대 데이터 심볼 길이를 기반으로 2의 n승이 되도록 FFT크기 결정한다.

$$T_{data,min} \times \Delta f \leq N_{data} \leq T_{data,max} \times \Delta f$$

$$N = \lceil \lceil N_{data} \rceil \rceil \quad (9)$$

• 유효 부채널 및 대역 효율

일반적으로 유효 부채널의 수는 FFT 크기(모든 부채널의 수)의 83%정도만을 사용한다. 전송 신호의 유효 대역폭(effective bandwidth)은 부채널 간격 및 부채널 수와 깊은 관련이 있다.

샘플링 주파수를 계산하기 위해

$$BW_{eff} = \frac{f_s}{BW} \frac{N_{sc} + 1}{N} = \frac{df(N_{sc} + 1)}{BW} \quad (10)$$

N_{sc} : 파일럿 반송파와 데이터 반송파를 포함하는 실제 사용되는 반송파의 수

1 : DC 반송파를 의미

BW_{eff} : 대역폭 효율을 의미

$$f_s = \frac{N}{N_{sc} + 1} \times BW \times BW_{eff} = \frac{df(N_{sc} + 1)}{BW} \quad (11)$$

최대 사용 가능한 대역폭을 점유하기 위해서 대역폭 효율은 83~95%의 범위에서 설계될 수 있지만 적절한 RF 필터링이 요구된다. 대역폭의 효율이 증가할수록 RF필터의 구현은 복잡해지며, 샘플링주파수가 증가할수록 대역 효율은 증가한다. 대역폭 효율을 높이기 위해 Down link에서는 오버샘플링을 하였다.

2. 점유주파수 대역폭 물리계층 파라미터

[표 2]는 앞의 OFDM 파라미터 선정에 의해 얻어진 결과를 정리한 것이다. [그림 2]에서 언급했듯이 상/하향 트래픽을 비대칭적으로 설계하였으며, 비율은 1:3과 1:6인 경우를 고려하였다. Up link인 경우 5MHz를 고려하였으며, Down link인 경우 향후 트래픽을 고려하여 case1에서는 15MHz의 대역폭을 설계하였으며, case2에서는 30MHz의 대역폭을 설계하였다.

표 2. FDD기반의 OFDM 물리계층 파라미터

Parameter	Up Link	Down Link(Case 1)	Down Link(Case 2)
반송파 주파수(fc)	3.6GHz	4.0GHz	4.0GHz
대역폭	5MHz	15MHz	30MHz
광주 대역폭	4.16MHz	14.0039MHz	27.99MHz
대역 효율	83.39%	93.42%	93.35%
샘플링 주파수(fs)	5MHz	20MHz	40MHz
FFT 크기(N)	382.16 <N < 171752 중 512 선택	1528.6 <N < 687008 중 2048 선택	3057.3 <N < 1374016 중 4096 선택
유효 반송파(Nsc)	426(83.3%)	1434(70%)	2867(70%)
부채널간 간격(df)	9.76625KHz	9.76625KHz	9.76625KHz
데이터 구간(Td)	76.4324us ~ 34.350.4us 중 선택 102.4us	76.4324us ~ 34.350.4us 중 선택 102.4us	76.4324us ~ 34.350.4us 중 선택 102.4us
보호구간(TG)	17.6us	17.6us	17.6us
심률 구간(Tsym)	120us	120us	120us
보호구간에 의한 SNR 손실	0.9dB	0.9dB	0.9dB
Coverage	1~10km	1~10km	1~10km
기준 RMS 지연확산	4us	4us	4us
최대 전송속도	28.39Mbps (256QAM & code rate:1)	96.59Mbps (256QAM & code rate:1)	191.18Mbps (256QAM & code rate:1)

IV. 모의 실험

본 장에서는 앞에서 얻어진 물리계층 파라미터 결과표를 이용하여 모의실험으로 검증하였다. 시스템에서 점유주파수 대역폭은 인접한 두 채널 사이에서 최근접 서브 캐리어가 충분한 신호대 간섭비를 확보할 수 있도록 결정되어야 한다. 이러한 분석을 수행하기 위해 [그림 2]와 같은 블록으로 구성된 실험을 실시하였다.

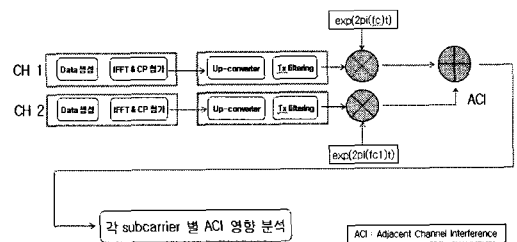


그림 2. 점유주파수 대역폭 분석 블록도

FDD 기반의 모의 실험을 수행하기 위해 Up link와 Down link를 구별하여 각각 [그림 2]의 블록도와 같이 모의 실험을 수행하였다.

1. Up link 모의 실험 출력 파형

[표 2]에서 얻어진 Up link용 파라미터를 이용하여 설계한 모의 실험 결과를 [그림 3][그림 4][그림 5]에 나타

내었다.

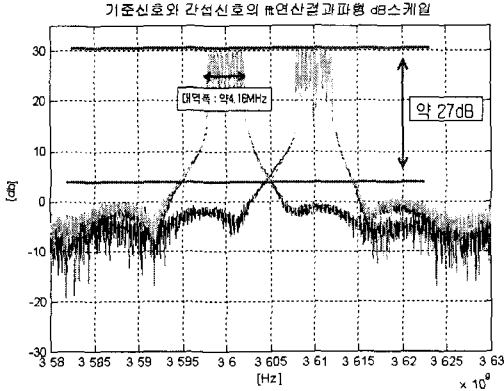


그림 3. FDD Uplink 채널 간격이 10MHz인 경우 SNR

[그림 3]은 5MHz의 대역폭을 갖는 OFDM신호이며, 10MHz의 채널간격을 이격한 경우의 출력파형이다. [그림 3]에서 알 수 있듯이 신호대 간섭비는 약27dB정도를 나타내고 있다.

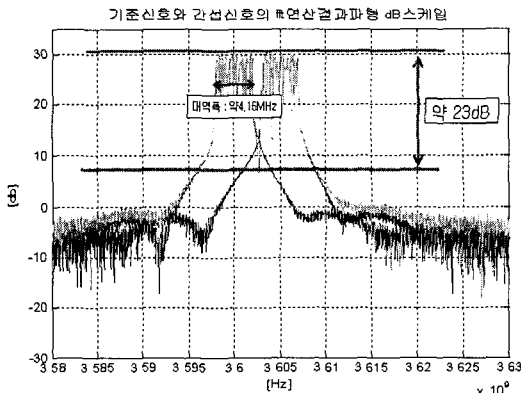


그림 4. FDD Uplink 채널 간격이 5MHz인 경우 SNR

[그림 4]는 채널 간격이 대역폭과 같은 5MHz인 경우이다. 점유 주파수 대역폭은 4.16MHz이므로 5MHz의 채널 간격일 때 신호대 간섭비가 약 23dB를 나타내고 있다.

[그림 5]는 점유 주파수 대역폭인 4.16MHz보다 좁은 3MHz의 채널 간격일 때, 즉 인접 채널에 의해 기준 신호가 심각한 영향을 받는 경우이다.

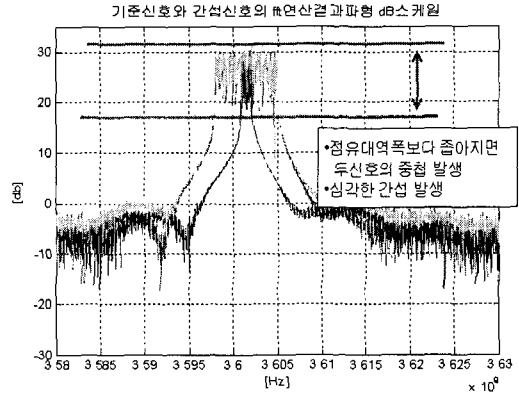


그림 5. FDD Uplink 채널 간격이 3MHz인 경우 SNR

2. Down link 모의 실험 출력 파형

2.1 Case 1인 경우

[표 2]의 Case1에 대한 모의 실험 출력 파형을 [그림 6][그림 7][그림 8]에 나타내었다. Case1인 경우 대역폭은 15MHz이며, 점유 주파수 대역폭은 약 14MHz인 경우이다.

[그림 6][그림 7]은 채널 간격이 각각 20MHz와 15MHz인 경우의 수신단에서의 출력파형이다.

[표 2]에서 얻어진 대역폭보다 채널 간격이 크거나 같은 경우를 나타내고있으며, [그림 6][그림 7]에서 볼 수 있듯이 신호대 간섭비는 약20dB 전후이다.

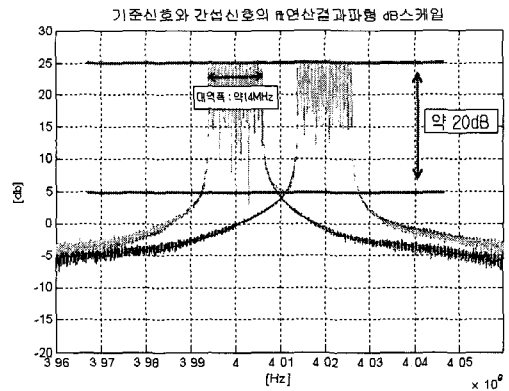


그림 6. FDD Downlink 채널 간격이 20MHz인 경우 SNR

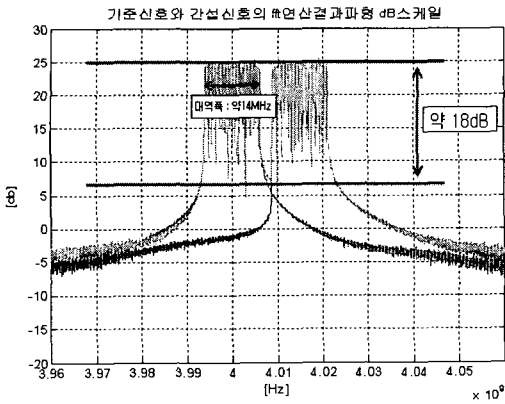


그림 7. FDD Downlink 채널 간격이 15MHz인 경우 SNR

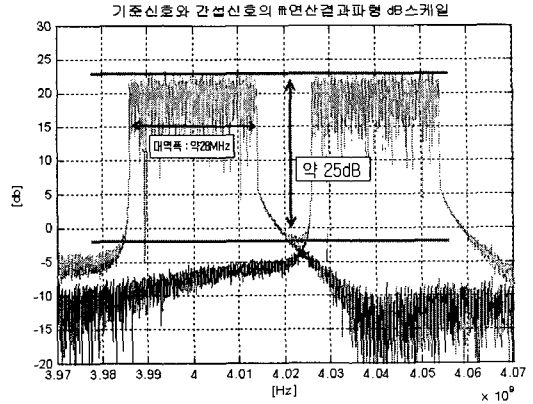


그림 9. FDD Downlink 채널 간격이 40MHz인 경우 SNR

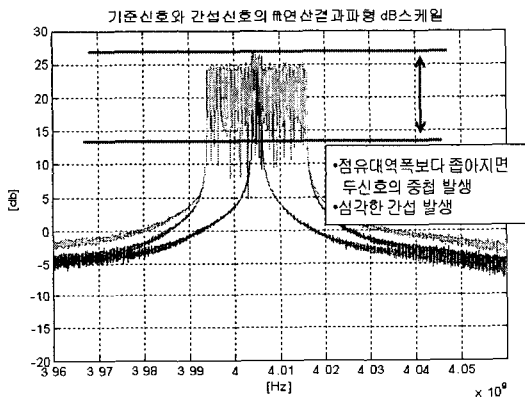


그림 8. FDD Downlink 채널 간격이 10MHz인 경우 SNR

[그림 8]는 점유 주파수 대역폭 보다 채널의 간격이 좁은 경우이다. 앞의 Up link와 동일한 결과로써 인접 채널에 의해 기준신호가 심각한 영향을 받음을 알 수 있다.

2.2 Case 2인 경우

[표 2]의 case2에 대한 모의 실험 출력 파형을 [그림 9][그림 10][그림 11]에 나타내었다. 대역폭은 30MHz이며, 점유 주파수 대역폭은 27.99MHz이다. 이는 앞절에서 언급했듯이 향후 비대칭적인 트래픽 특성이 증가할 것으로 예상하여 상하향의 트래픽 비율을 1:6으로 선정하고 물리계층 파라미터를 설계한 것이다.

[그림 9]는 대역폭보다 넓은 채널간격인 40MHz가 이겨진 경우의 출력 파형이다. [그림 9]에서 알 수 있듯이 넓은 채널간격인 경우 간섭의 영향이 적어 신호대 간섭비가 약 25dB 정도이다.

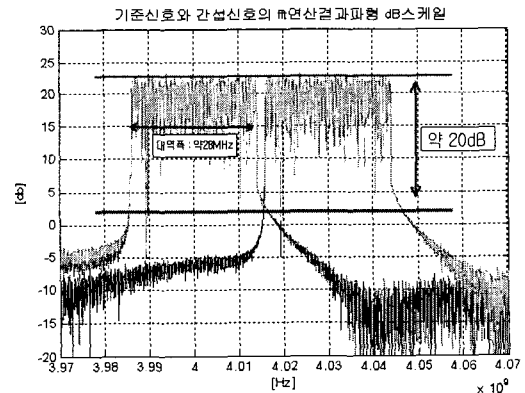


그림 10. FDD Downlink 채널 간격이 30MHz인 경우 SNR

[그림 10]은 채널 간격이 30MHz로 설계된 대역폭만큼 이겨진 경우의 결과이다. 이 경우 신호대 간섭비는 약 20dB로 나타난다.

[그림 11]은 설계된 27.99MHz의 점유 주파수 대역폭보다 채널의 간격이 좁은 경우이다. 앞의 경우와 동일한 결과로써 인접 채널에 의해 기준신호가 심각한 영향을 받음을 알 수 있다.

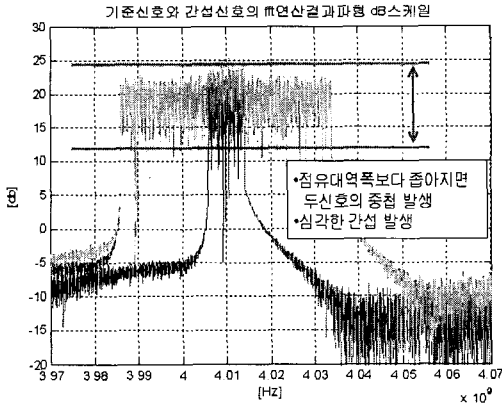


그림 11. FDD Downlink 채널 간격이 20MHz인 경우 SNR

V. 결론

본 논문은 4세대용 이동통신에서 이용될 점유주파수 대역폭을 산출하였다. Duplex 방식은 FDD를 고려하였으며, OFDM을 기반으로 물리계층을 설계하였다. 트래픽상황은 비대칭적인 트래픽을 예상하여, 상/하향의 대역폭을 비대칭적으로 설계하였다. 상/하향의 비율은 1:3과 1:6을 고려하여 각각 Case1,2로 분류하여 모의 실험을 하였다. 모의 실험에서는 이론적인 점유주파수 대역폭보다 넓은 채널간격을 점점 좁혀가며, 기준신호에 미치는 신호 대 간섭 비를 확인하였다. 각각의 경우 약 20dB이상의 신호대 간섭비를 나타내었다. 보통 신호대 간섭비가 20dB이상 차이가날 때의 전계강도 값을 수신기의 감도라고 한다. 따라서 신호대 간섭비가 20dB이상 차이이면 충분히 수신이 가능하므로 일반적으로 이 값을 선정한다. 그러나, 절대적인 수치는 아니며, 제조회사나 수신기에 따라 다소 차이가 있다. 구현상 25dB 정도의 수신감도 차이는 간섭신호의 영향이 심각하지 않음을 의미한다. 그러나 점유 주파수 대역폭보다 채널의 간격이 좁아지면 신호간의 간섭이 크게 증가하는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 많이 고려되고 있는 4세대 이동통신용 물리계층의 대략적 기술기준 근거자료를 토대로 점유 주파수 대역폭을 산정하였다. 앞의 표 2.에서 알 수 있듯이 전송 속도 면에서 256QAM 변조일 경우 Up link

는 28.39Mbps이며, Down link는 Case1 및 Case2인 경우 각각 95.59Mbps와 191.13Mbps이다. 본 논문에서 설계된 물리계층 파라미터를 향후 4세대용 시스템에서 OFDM 기반의 FDD 방식에 적용할 경우 앞의 결론처럼 Up link인 경우 5MHz, Down link인 경우 각각 15MHz나 30MHz를 고려하면 4세대 시스템에서 원하는 전송속도 및 이동속도를 구현할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] ITU-R, Doc. 8F/Temp 316 "ITU-R PDNR M. [IMT-VIS]- Preliminary Draft New Recommendation(PDNR): Vision Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT-2000 and of Systems Beyond IMT-2000," Jun. 2002.
- [2] 조재원, "WiBro/WiMax 진화를 위한 IEEE 802.16 표준화 동향", TTA Journal, No.110, pp.88-92, 2007.
- [3] Rec, ITU-R. M1645, "Framework and overall objectives of the future development of IMT 2000 and systems beyond IMT 2000," 2003.
- [4] *Standardization Roadmap for IT839 Strategy Ver. 2007.*
- [5] OFDM, 변복조 기술에 관한 최종 연구 보고서, 한국 전자 통신 연구원, 2002(11).
- [6] 전기통신사업용 무선설비의 기술기준, 전파연구소, 2005(11.04).
- [7] *Working document IEEE 802.16-2004/ Cor1-D2*, 2005(4.4).
- [8] H. Yaghoobi, "Scalable OFDMA Physical Layer in IEEE 802.16 WirelessMAN," Intel Technology Journal, Vol.8, Issue 3, Aug. 2004.

저자 소개

현 영 주(Young-Ju Hyun)

준회원

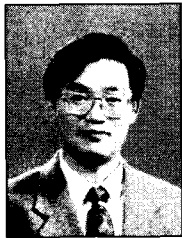


- 2006년 2월 : 충북대학교 전자공학
학과 졸업
- 2006년 3월 ~ 현재 : 충북대학교
전파공학과 석사과정

<관심분야> : CR, Sensing, 4G

이 영 환(Young-Hwan Lee)

정회원



- 1984년 2월 : 숭실대학교 전자공
학과 졸업(학사)
- 1986년 2월 : 광운대학교 전자공
학과 졸업(석사)
- 2007년 2월 : 한국정보통신대학
교 전자공학부 졸업(공학박사)

• 1989년 7월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 표준연구
센터 책임연구원

<관심분야> : 전자장해석, 이동통신안테나, 무선설비
기술기준

장 동 원(Dong-Won Jang)

정회원



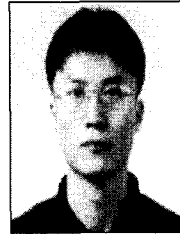
- 1983년 : 한국항공대학교 통신공
학과(학사) 졸업
- 2002년 : 충남대학교 전파공학과
(석사) 졸업
- 2005년 ~ 현재 : 충남대학교 전
파공학과(박사) 수료

• 1989년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 표준연구센터
책임연구원

<관심분야> : 통신시스템, 신호처리, 통신프로토콜 시
험기술, 무선설비 기술기준, 전파전파 측정

김 경 석(Kyung-Seok Kim)

정회원



- 1989년 1월 ~ 1998년 12월 : 한국
전자통신연구원 무선통신연구단
선임연구원
- 1999년 1월 ~ 2002년 3월 :
University of Surrey(영국) 전기
전자공학과 대학원 졸업(공학박사)

• 2002년 2월 ~ 2004년 8월 : 한국전자통신연구원 이
동통신연구단 책임연구원

• 2004년 9월 ~ 2005년 2월 : 전북대학교 생체정보공
학부 전임강사

• 2006년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 조
교수

<관심분야> : 전파감시, SDR, CR, MIMO-OFDM,
DSA, UWB